E/CONF.39/A/228
1 Nov.1962
ORIGINAL : ESPAÑOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : A.3.1.2

México

ORGANIZACION Y OPERACION DEL SERVICIO HIDROMETRICO

Por Ignacio DEVESA GUERRERO,
Ingeniero,
Jefe del Departamento de Hidrometría,
Secretaría de Recursos Hidráulicos,
México

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Veánse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidds por ia Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS, MEXICO
TEMA: A. 3. 1. 2: ORGANIZACION Y OPERACION DEL SERVICIO HIDROMETRICO
POR ING. IGNACIO DEVESA GUERRERO
JEFE DEL DEPTO. DE HIDROMETRIA.

(I). PRESENCIA DE LA HIDROMETRIA Y LA CLIMATOLOGIA EN LAS OBRAS HIDRAULICAS.

1. Las Obras Hidráulicas pueden en general clasificarse dentro de dos tipos principales: Aprovechamiento y Defensa.

2. Las Obras Hidráulicas de Aprovechamiento a su vez se subdividen según los fines que se traten de obtener, en los siguientes aspectos: Aguas Potables, - Riego, Generación de Energía y Navegación.

3. Para llegar a tener una correcta eficiencia, un aceptable porciento - de aprovechamientos de la corriente, es necesario que la obra conluída tenga como base datos hidrométricos y climatológicos de la cuenca obtenidos mediante estaciones de aforo y climatológicas.

4. Con objeto de estudiar la importancia de estos datos, se analizará en forma general su utilidad en los aspectos anteriormente citados:

a) AGUAS POTABLES

5. El uso para las aguas potables se hace mediante una concesión del Gobierno en las corrientes. El Servicio Hidrométrico en este aspecto, coopera con la labor del Gobierno proporcionando datos de los ríos, aforos de manantiales y - estadísticas de lluvia que previa elaboración indican la capacidad aprovechable - que se ha de dar a la obra de captación, para que las poblaciones obtengan mejo-- ría en su abastecimiento potable.

b) R I E G O

6. En cuanto al riego, este es necesario para regularizar la humedad del suelo. Existen zonas en las cuales si no se riega no se siembra, mientras que en otras es suficiente con la lluvia, viniendo así las siembras de temporal.

7. México, es un territorio de 196 millones de hectáreas, de las cuales solo son laborables 23.5 millones (el doce por ciento), 3.5 millones no requieren riego, aunque sí de obras que eviten inundaciones y 20 millones necesitan urgentemente obras para suprimir la inseguridad de las siembras de temporal.

8. Estos datos reflejan la situación del país y hacen ver que se requiere agua para riego con verdadera necesidad. Más para ello no es suficiente contar con presupuestos para construir presas y canales, es indispensable antes conocer la climatología del lugar y estudiar los gastos de los ríos y ésto solo se logra - instalando estaciones climatológicas y de aforo en todas las cuencas donde se provea que en un futuro ha de aprovecharse.

c) GENERACION DE ENERGIA

9. El Servicio Hidrométrico presente, es este aspecto, ha de indicar al - Ingeniero el gasto de las corrientes en donde es posible construir una obra hidroeléctrica, en donde la acción del flujo hidráulico puede ser utilizada para mover las turbinas y poder producir luz y energía hidroeléctrica.

d) NAVEGACION

10. Solo los ríos del Sureste son navegables. Conocer el régimen de escurrimiento mediante estaciones de aforo, permite efectuar obras que regularicen el agua y favorezcan la navegación.

11. En cuanto a las Obras de Defensa son aquellas que se construyen tanto en presas como en corrientes fluviales para evitar desbordamientos producidos por

el paso de una avenida. La observación de las avenidas, su frecuencia, volumen y gastos máximos de ellas, tanto en el cauce de los ríos como en las Obras de Excedencias de las presas, así como las tormentas y su intensidad, es responsabilidad del Servicio Hidrométrico y a él compete.

(II). BREVE HISTORIA DEL SERVICIO HIDROMETRICO EN LA SRIA. DE RECURSOS HIDRAULICOS

12. El Servicio Hidrométrico tal como se le conoce actualmente ha tenido en nuestro país dos etapas principales perfectamente bien definidas: Primero, -- cuando dependió directamente de la Secretaría de Agricultura, y Segundo, cuando formó parte de la extinta Comisión de Irrigación que a partir de 1947 se convirtiera en la actual Secretaría de Recursos Hidráulicos.

13. Antes de 1902 existían solo datos climatológicos provenientes de los pocos observadores que en forma particular u oficial atendían aparatos meteorológicos y los concentraban en las Oficinas de Meteorología y Astronomía.

14. En 1904 se dió a la Hidromensura el primer impulso instalándose estaciones de aforo sobre el Río Lerma, Aguanaval, La Laja y San Juan del Río. Cabe hacer notar que estas primeras observaciones se realizaban con procedimientos indirectos de "Sección y Pendiente", o con "Flotadores", ya que el uso de los molinetes, no se había puesto en práctica.

15. En el año de 1910, al decretarse la primera "Ley de Agua" se formó - dentro de la Sría. de Agricultura, "La Dirección de Aguas" que tuvo dos labores que cumplir, por una parte las de Indole Legal y por otra, conocer el régimen de algunas corrientes, pero aún sin el fín estadístico que interesa a la Hidrología.

16. En el año de 1916 los campos de Climatología y de la Hidrometría se habían incrementado, mas ambos estaban separados, siendo atendidos el primero por la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos y el segundo por la mencionada Dirección de Aguas que aún no deslindaba lo legal de lo correspondiente a - estudios de las corrientes para aprovechamientos futuros.

17. No fué sino hasta 1921 cuando al empezar a funcionar la Dirección de Irrigación, se creó la primera "Sección de Hidrología" que tuvo por objeto efectuar las observaciones de caracter técnico en las diversas corrientes fluviales mientras que los asuntos de índole legal, continuaron bajo la directa supervisión de la "Dirección de Aguas".

18. Fué entonces cuando la Sección de Hidrología creó sus primeras dependencias foráneas quienes no solo se concretaron a instalar estaciones de aforos sino construir estaciones climatológicas con fines de estudio, pero sin interferir con las estaciones que operaba la Dirección de Estudios Geográficos y Meteorológicos , para fines principalmente de meteorología general.

19. El año de 1922 marcó un cambio sumamente favorable a la Hidrometría ya que se mejoraron los aforos introduciendo el uso del molinete hidráulico.

20. En 1926 se formó la Comisión Nacional de Irrigación, dando así un incremento más grande a las obras de riego y fomentándose la agricultura. En el Departamento de Estudios y Proyectos, quedaron incluídas todas las labores del Servicio Hidrométrico.

21. A partir de 1931 se incrementó el Servicio Hidrométrico aún más y ya en 1946 se operaban 307 estaciones hidrométricas, 306 climatológicas y 39 de azolves.

22. Al hacerse patente la importancia de las funciones y actividades que abarcaba la Comisión Nacional de Irrigación, el Gobierno del Lic, Miguel Alemán - estimó oportuno darle la categoría de Secretaría de Recursos Hidráulicos.

23. Fué entonces constituído el Departamento de Hidrometría, como parte - de la Dirección General de Hidrología y desde esa fecha, todas las labores referentes a la Hidrología, como son: Estudios Hidrológicos, Servicio Hidrométrico, - Cálculo Hidrométrico, Climatológico y de azolves quedaron comprendidos en la mencionada Dirección.

(III). ESTADO ACTUAL DEL SERVICIO HIDROMETRICO

FUNCIONAMIENTO ADMINISTRATIVO Y ORGANIZACION TECNICA DEL SERVICIO HIDROMETRICO

24. Dentro de la Secretaría de Recursos Hidráulicos existe la Jefatura de Irrigación y Control de Ríos, que tiene como principal función la dirección técnica, económica y administrativa de todas las obras que ejecuta esta Secretaría en materia de Grande y Pequeña Irrigación, obras de defensa y control de ríos así como obras de mejoramiento y bonificación de tierras.

25. La Jefatura de Irrigación esta integrada por las Direcciones siguientes: Hidrología, Estudios y Proyectos, Construcción, Pequeña Irrigación y Geología.

26. La Dirección de Hidrología a su vez esta integrada por dos Departamentos principales: El Departamento de Hidrometría que tiene a su cargo la formulación del inventario de los recursos hidráulicos superficiales del país, abarcando desde el proyecto de las estaciones hidrométricas, climatológicas y de azolve, hasta la formulación de estadísticas y publicación de datos y el Departamento de Estudios Hidrológicos que aprovecha los datos obtenidos por el Departamento de Hidrometría para hacer los estudios previos a la planeación y construcción de las obras;= fijar la magnitud de los aprovechamientos de usos múltiples, especialmente de riego y control de las avenidas; la capacidad de los vasos, obras de excedencias y -- obras de extracción.

27. El C. Jefe del Departamento de Hidrometría cuenta en sus Oficinas -- Centrales con personal técnico adecuado al Servicio Hidrométrico que incluye entre sus labores las inspecciones, proyectos y construcción de estaciones. Cuenta también con ayudantes para la oficina de Cálculo Hidrométrico y Cálculo Climatológico y también en el Orden Administrativo, para controlar al personal, equipo y el ejercicio del presupuesto.

28. Para llevar a cabo sus trabajos en el campo, el Servicio Hidrométrico se ha dividido en grupos o unidades situadas en zonas geográficamente bien definidas.

29. A estas unidades o grupos de estaciones se les designa con el nombre de "DIVISIONES HIDROMETRICAS" las cuales generalmente están a cargo de un ingeniero especializado en asuntos hidrológicos. Cada División Hidrométrica cuenta con el - equipo, personal y presupuestos suficientes para el desarrollo de sus funciones.

30. Toda la República Mexicana se encuentra cubierta por estaciones climatológicas e hidrométricas y su control es llevado por medio de las Divisiones Hidrométricas, cuyos nombres genéricos son:

Alto Lerma	Ensenada	Tabasco
Los Altos	Orígenes del Lerma	Tamaulipas
Baja California	Alto Pánuco	Tehuantepec
Bajo Lerma y Pacífico Centro	Región Lagunera	Valle de México
Balsas	San Juan	Chiapas
Sinaloa	Sonora	Veracruz
Conchos	Yucatán	

31. Todo el personal que atiende las estaciones hidrométricas y climatológicas o sean aforadores, lectores de escala, ayudantes y observadores de climatológicas, labora bajo la atención técnica del C. Jefe de la División Hidrométrica correspondiente, quien a su vez es responsable directo de su administración ante el C. Jefe del Departamento de Hidrometría.

32. Las estaciones cuya operación y construcción se estima necesaria, - son sugeridas por las Autoridades Superiores de la Secretaría; instaladas de acuerdo con estudios racionales hechos en la propia Dirección de Hidrología o bién por solicitudes de Gerencias Generales de las Obras que existen en cada una de las entidades Federativas de la Nación.

(IV). OPERACION DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS, HIDROMETRICAS Y DE AZOLVE

a) ESTACIONES CLIMATOLOGICAS: Las estaciones que opera la Secretaría de Recursos Hidráulicos desarrollan actividades cuya finalidad puede catalogarse dentro de la Meteorología cliamatológica, y su importancia es tal que sin los datos que en ellas se recaban o si son defectuosos, el éxito de un proyecto puede anularse, comprometiéndose inversiones que alcanzan en algunos casos a muchos millones de pesos.

33. En México, 20 Divisiones Hidrométricas concentran las observaciones de 1373 estaciones climatológicas operadas por el Servicio Hidrométrico y las envían a una Oficina Central en donde son revisadas y calculadas formándose estadísticas de ellas para su aplicación en estudios.

34. La instalación de ellas por el Servicio Hidrométrico, obedece a tres fines directos e inmediatos, aún cuando los datos aportados tienen aplicación múltiple tanto en la agricultura como en la industria y el comercio.

i) Proyecto de Obras Hidráulicas y planeación de sistemas de riego.

ii) Conocimiento del clima de un lugar con fines agrícolas y técnicos para efectuar estudios climatológicos e hidrológicos.

iii) Proteger las construcciones en el cauce del río, dando aviso oportuno de la llegada de avenidas, para poner a salvo equipo y construcciones.

35. Teniendo en cuenta estas finalidades la localización de estaciones se basa en ellas buscando aquellos sitios de particular interés.

36. Una estación climatológica completa consta de dos clases de aparatos los de observación directa y los de registro gráfico.

37. Los aparatos de observaciones directas son: pluviómetro, termómetro de máxima, ambiente y mínima, evaporómetro y veleta.

38. Los aparatos de registro gráfico son: pluviógrafo, termógrafo e higrotermógrafo.

39. El número de aparatos actualmente en operación en nuestro país son los siguientes:

1373	pluviómetros	1246	termómetros	843	evaporómetros
109	pluviógrafos	17	termógrafos	10	higrógrafos
49	higrotermógrafos				

40. Además de las estaciones citadas se operan en cooperación con el Servicio Meteorológico Mexicano y la Comisión Federal de Electricidad, 844 estaciones climatológicas cuyos datos son empleados también para los fines indicados.

41. Para la obtención de los datos se efectúan las lecturas y anotaciones siguiendo un orden en la atención a cada uno de los aparatos, observando las reglas que a continuación se dan y cuya aplicación ha proporcionado resultados satisfactorios en la operación de estaciones dependientes del Servicio Hidrométrico.

a. Las observaciones se efectúan simultáneamente a las ocho horas diarias.

b. Al hacer las observaciones se anota de inmediato la lectura correspondiente.

c. Los datos que el encargado de la estación climatológica anota en sus registros todos los días, son los siguientes:

i La fecha en que se efectúa la observación

ii La lectura del termómetro con datos máximo, ambiente y mínimo.

iii La lectura de precipitación obtenida en el pluviómetro.

iiii La lectura del evaporómetro, cuya diferencia con la del día anterior da el total evaporado.

iiiii Observación de la veleta, obteniendo la dirección del viento.

42. Generalmente y con muy raras excepciones, se toman en consideración haciendo las anotaciones correspondientes, la apreciación general del estado del tiempo a la hora de la observación; estado del tiempo que prevaleció el día anterior a la observación; se anotan los fenómenos extraordinarios que se han presentado, tales como heladas, granizadas o tormentas, etc.

b) ESTACIONES HIDROMETRICAS Se llaman estaciones hidrométricas a los lugares en los cuales se determina el gasto o volumen que pasa por una sección trans-

versal de la corriente en la unidad de tiempo. Su objeto primordial es el conocimiento del régimen hidráulico de la corriente, pero en el caso particular de algunas de ellas, su instalación se ha debido a la necesidad de conocer las extracciones para riego en las presas y lagos; estudiar la variación de sus almacenamientos, determinar el volumen empleado en riego y generación de energía y enfín abarcar todos los aspectos que interesan y son de la competencia de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

43. En México, 20 Divisiones Hidrométricas concentran datos hidrométricos de 492 estaciones instaladas sobre corrientes fluviales, 241 estaciones sobre canales y 100 escalas en las que se observan las variaciones de niveles diarios de almacenamiento de 100 presas destinadas la mayor parte a riegos.

44. Del total de ellas, en 645 estaciones se toman datos diarios de áreas y velocidades con molinetes, así como lecturas de escala diarias, completándose las observaciones con el registro de 315 limnígrafos instalados en estructuras especiales.

45. Mensualmente los datos son recibidos, provenientes de cada estación hidrométrica, en la residencia de las Divisiones. Ahí se revisan los aforos y las lecturas de escala, así como las observaciones de azolves y de inmediato se remiten a la Oficina Central de la Dirección de Hidrología, en donde un cuerpo debidamente preparado de calculistas determinan el escurrimiento medio diario, mensual y anual y los gastos máximos y mínimos.

46. La labor de la obtención del gasto de una corriente se encomienda a un empleado que tiene preparación adecuada para realizar este trabajo y al cual se le da el nombre de AFORADOR.

47. Según sea la importancia de la estación o grupo de estaciones que controla, se ve auxiliado por uno o dos empleados a los que se les designa con el nombre de lectores de escala.

48. La obligación principal del aforador es la determinación y cálculo del aforo; atender la conservación de los aparatos que emplea; cuidar los elementos constitutivos de la estación, cable, canastilla, molinete, limnígrafo, etc.- atender la estación climatológica y de azolves.

49. El tipo de estructuras que se emplean en el Servicio Hidrométrico para practicar los aforos, depende en cada sitio de lo ancho y características del cauce, así como de los materiales de que se dispone en cada caso. A continuación se hace una breve descripción del tipo de estructuras usadas para aforo en nuestro país.

i) En aquellas corrientes donde el tirante es menor de 70 cm, y la velocidad inferior a un metro por segundo se omite la estructura y el aforador efectúa sus observaciones "vadeando".

50. Este procedimiento consiste en que el aforador se coloca en los distintos puntos de la corriente en que se necesitan practicar observaciones, utilizando un molinete montado en la varilla conque están equipados estos aparatos.

ii) P U E N T E: Siempre que en el tramo se encuentre un puente de alguna carretera o de ferrocarril o de cualquier camino vecinal, se utiliza como estructura para aforar, economizando el costo de ella que de otra manera habría de construirse. Sin embargo si el puente tiene un gran número de machones y la forma de estos no es adecuada, entonces se desecha su empleo, construyendo una estructura especial.

51. Si el claro es inferior a 20 metros se construye un puente o "pasarela" de concreto en forma de viga "T" o rectangular, o bien metálico ya que aún cuando el costo inicial es algo más grande que los de madera, requieren menos conservación y su duración es mayor.

iii) B A R C A: El aforo mediante barca o canoa se efectúa en aquellas corrientes naturales cuyo claro es superior a 300 metros y en donde la instalación de una estación de cable y canastilla resultaría incosteable. Cuando el tráfico de navegación es grande y constante se emplea esta estructura de aforo, pues cualquier otra impediría el paso de las embarcaciones.

52. Para evitar que la corriente arrastre la barca durante las maniobras se asegura un cable tendido de una a otra orilla del cauce, empleando carretillas para hacer la sujeción. Los aforos practicados desde una barca están sujetos a un gran número de errores tanto en la medida de las áreas como de las velocidades provocadas en parte, por el movimiento de la barca y por el obstáculo que esta presenta a las corriente, substituyéndose dentro de lo posible, con estructuras de cable y canastilla.

iiii) CABLE Y CANASTILLA: Es éste, el dispositivo que por su sencillez, ofrece mayores ventajas para practicar aforos directos con molinete en cauces, anchos, generalmente de 20 metros en adelante. Consiste esencialmente de un cable de acero, en posición transversal a la corriente, sobre el cual desliza una canastilla desde donde el aforador y su ayudante practican los aforos .

53. El cable se coloca de diversas maneras, de acuerdo con las condiciones que tiene la sección elegida, como sigue:

a) Amarrando el cable directamente a troncos de árboles con suficiente resistencia e inmovilidad, que se encuentren a propósito en las márgenes.

b. Anclando los extremos del cable directamente en los bordes del cauce, cuando estos sean rocallosos, firmes y elevados.

c. Apoyando el cable en postes o torres de madera, de concreto o metálicas y sujetando sus cabos a anclajes de concreto fijos en el terreno.

54. El caso mas general de estructura de aforos empleado es el de cable apoyado en torres de concreto con cabos sujetos a anclajes especiales.

55. Obtenidos los aforos, las observaciones se completan con datos sobre las fluctuaciones de nivel de la superficie del agua y con estos valores se deduce el volumen arrastrado por el río, arroyo o canal, no solo en una hora, sino en cualquier lapso de tiempo.

c) ESTACIONES DE AZOLVE: Además de los datos hidrométricos y climatológicos se obtienen muestras de agua en cada corriente controlada por las Divisiones Hidrométricas. Estas muestras permiten calcular en un laboratorio especial, la cantidad de sedimentos que en suspensión llevan las corrientes objeto de los estudios para su aprovechamiento.

56. Las estaciones de sedimentos tienen como finalidad la de cuantificar la cantidad de azolve, expresada en volumen, que es capaz de transportar una corriente, y con dicho dato estimar en los vasos de almacenamientos en proyecto, la capacidad que es necesario dejar inactiva, o sea la llamada "capacidad muerta" para el depósito de azolves.

57. El muestreo de sedimentos en suspensión se lleva a cabo utilizando un muestreador que consiste en un bastidor de hierro, en el que se coloca una botella de un litro de capacidad, que se suspende por medio de un cable delgado y llevando un escandallo como contrapeso.

58. La botella vacía se sumerge tapada, y un dispositivo permite abrirla a la profundidad deseada. Una vez llena, se extrae, se separan 100 cc. del líquido que se utilizará para obtener los datos por volumen y dejando en la botella 900 cc. que serán empleados para los análisis por peso. Los resultados de los laboratorios de sedimentos instalados en las corrientes más importantes son remitidos a la Dirección de Hidrología para su estudio y utilización subsecuente.

59. Termino así esta monografía sobre la Organización de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos en los Estados Unidos Mexicanos, su importancia desde el punto de vista de Recursos Hidráulicos y el incremento que día a día se dá al Servicio Hidrométrico con la tendencia a lograr mejores datos que garanticen un mejor aprovechamiento de las corrientes fluviales.

IHC/yta.

1262 S - Nov.1962 - 600